

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-229815

(P2003-229815A)

(43)公開日 平成15年8月15日(2003.8.15)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マ-ト <sup>*</sup> (参考)
H 0 4 B 10/00		H 0 4 L 1/00	B 5 K 0 0 2
H 0 4 J 14/00		H 0 4 B 9/00	B 5 K 0 1 4
14/02			E
H 0 4 L 1/00			

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 14 頁)

(21)出願番号 特願2002-28045(P2002-28045)

(22)出願日 平成14年2月5日(2002.2.5)

(71)出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72)発明者 大内 一英

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(74)代理人 100099461

弁理士 満井 章司 (外5名)

Fターム(参考) 5K002 AA01 AA03 DA01 DA02 DA03

DA05 EA06

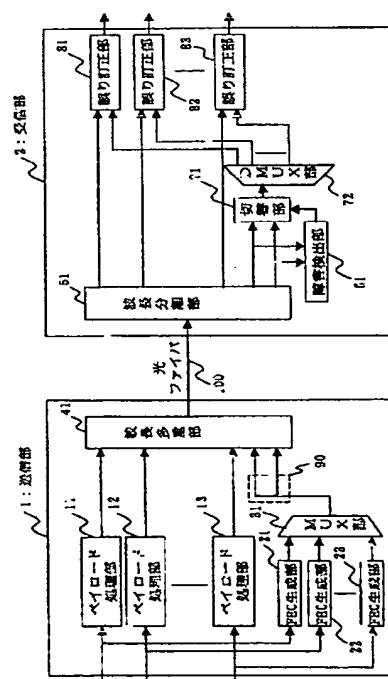
5K014 AA01 BA05 FA02 IIA10

(54)【発明の名称】 波長多重光伝送装置及び送信装置及び受信装置及び波長多重光伝送方法

(57)【要約】

【課題】 誤り訂正符号用の波長に障害があった場合にも誤り訂正のできる波長多重光伝送装置を提供する。

【解決手段】 入力された主信号データについて誤り訂正符号を生成するFEC生成部21~23と、上記誤り訂正符号を時分割多重するMUX部31と、時分割多重された誤り訂正符号を2系統にコピーする複製部90と、主信号データと2系統の時分割多重された誤り訂正符号を波長多重し出力する波長多重部41とを有する送信部1と、波長多重データを分離する波長分離部51と、分離された2系統の時分割多重された誤り訂正符号の波長の障害検出を行う障害検出部61と、障害を検出した場合、障害がない波長を選択する切替部71と、選択された時分割多重された誤り訂正符号を誤り訂正符号に分離するDMUX部72と、誤り訂正符号により主信号データの誤り訂正を行う誤り訂正部81~83とを有する受信部2を備える。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 信号データを入力し、入力した信号データの誤りを訂正する誤り訂正符号を生成し、生成した誤り訂正符号を複数の誤り訂正信号へ複製し、上記信号データと上記複数の誤り訂正信号とを波長多重して波長多重データを生成し、生成した波長多重データを送信する送信部と、

上記送信部から波長多重データを受信し、受信した波長多重データから信号データと複数の誤り訂正信号とを取得し、取得した複数の誤り訂正信号の中から障害が発生していない誤り訂正信号を選択し、選択した誤り訂正信号を用いて、上記信号データの誤りを訂正する受信部とを備えることを特徴とする波長多重光伝送装置。

【請求項2】 上記送信部は、

複数の信号データを入力し、上記複数の信号データについて、タイミングを調整し、タイミングを調整した複数の信号データを出力するペイロード処理部と、

上記ペイロード処理部が入力する複数の信号データを入力し、入力した複数の信号データについて、誤りを訂正する複数の誤り訂正符号を生成する訂正符号生成部と、上記訂正符号生成部で生成した複数の誤り訂正符号を時分割多重し、時分割多重された誤り訂正符号を出力する時分割多重部と、

上記時分割多重部が出力した時分割多重された誤り訂正符号を複数の時分割多重された誤り訂正符号へ複製する複製部と、

上記ペイロード処理部が出力した複数の信号データと上記複製部が複製した複数の時分割多重された誤り訂正符号とを入力し、上記複数の信号データと上記複数の時分割多重された誤り訂正符号とを波長多重して波長多重データを生成し、生成した波長多重データを出力する波長多重部とを備え、

上記受信部は、

上記送信部の波長多重部が出力した上記波長多重データを入力し、入力した波長多重データを分離して上記複数の信号データと上記複数の時分割多重された誤り訂正符号とを取得する波長分離部と、

上記波長分離部が取得した上記複数の時分割多重された誤り訂正符号を入力し、入力した上記複数の時分割多重された誤り訂正符号について、波長の障害を検出し、検出した障害に基づいて、上記複数の時分割多重された誤り訂正符号から障害が発生していない波長を選択して選択信号を出力する障害検出部と、

上記波長分離部が取得した上記複数の時分割多重された誤り訂正符号と、上記障害検出部が出力した選択信号とを入力し、入力した選択信号に基づいて、入力した上記複数の時分割多重された誤り訂正符号から一つの時分割多重された誤り訂正符号を選択して出力する切替部と、上記切替部が出力した時分割多重された誤り訂正符号を分離する時分割分離部と、

上記時分割分離部が分離した複数の誤り訂正符号を用いて、上記波長分離部から出力された上記複数の信号データについて、誤りを訂正する誤り訂正部とを備えることを特徴とする請求項1記載の波長多重光伝送装置。

【請求項3】 上記送信部は、

複数の信号データを入力し、上記複数の信号データそれぞれについて、タイミングを調整し、タイミングを調整した複数の信号データを出力するペイロード処理部と、上記ペイロード処理部が入力する複数の信号データを入力し、入力した複数の信号データについて、誤りを訂正する複数の誤り訂正符号を生成する訂正符号生成部と、上記訂正符号生成部で生成した複数の誤り訂正符号を時分割多重し、時分割多重された誤り訂正符号を出力する時分割多重部と、

上記時分割多重部から時分割多重された誤り訂正符号を入力し、外部から障害検出信号の入力を受けつけ、障害検出信号が入力された場合に、上記障害検出信号から障害情報を抽出し、上記時分割多重された誤り訂正符号へ抽出した障害情報を挿入して出力する障害情報挿入部と、

上記障害情報挿入部へ障害検出信号が入力されない場合は、上記ペイロード処理部から出力された複数の信号データのうち、一つの信号データを選択データとして選択し、上記障害情報挿入部へ障害検出信号が入力された場合は、上記障害情報挿入部から出力された時分割多重された誤り訂正符号を選択データとして選択する切替部と、

上記ペイロード処理部が出力した複数の信号データと、上記障害情報挿入部が出力した時分割多重された誤り訂正符号と、上記切替部から出力された選択データとを波長多重して波長多重データを生成し、生成した波長多重データを出力する波長多重部とを備え、

上記受信部は、

上記送信部の波長多重部が出力した波長多重データを入力し、入力した波長多重データを分離して上記複数の信号データと、上記時分割多重された誤り訂正符号と、上記選択データとを取得する波長分離部と、

上記波長分離部が取得した上記時分割多重された誤り訂正符号から障害を検出する障害検出部と、

上記時分割多重された誤り訂正符号と上記選択データとを入力し、上記障害検出部が障害を検出しない場合、入力した上記時分割多重された誤り訂正符号を選択し、上記障害検出部が障害を検出した場合、入力した上記選択データとして伝送された時分割多重された誤り訂正符号を選択する切替部と、

上記切替部が選択した時分割多重された誤り訂正符号を入力し、入力した時分割多重された誤り訂正符号を分離して複数の誤り訂正符号を生成する時分割分離部と、上記時分割分離部が生成した複数の誤り訂正符号を用いて、上記波長分離部から出力された上記複数の信号デー

タについて、誤りを訂正する誤り訂正部とを備えることを特徴とする請求項1記載の波長多重光伝送装置。

【請求項4】 波長多重光伝送装置は、上記送信部と上記受信部とを備え、上記波長多重データを送信する送信側伝送装置と、上記送信部と上記受信部とを備え、上記波長多重データを受信する受信側伝送装置とを備え、受信側伝送装置の受信部は、さらに、上記波長分離部が取得した上記時分割多重された誤り訂正符号を入力し、入力した上記時分割多重された誤り訂正符号から障害情報を抽出し、抽出した障害情報を上記切替部と受信側伝送装置の送信部の障害情報挿入部とへ出力する障害情報検出部を備え、上記切替部は、上記障害情報検出部が出力した障害情報に基づいて、時分割多重された誤り訂正符号を選択し、上記障害情報挿入部は、上記障害情報検出部から障害情報を入力することを特徴とする請求項3記載の波長多重光伝送装置。

【請求項5】 複数の信号データを入力し、上記複数の信号データそれぞれについて、タイミングを調整し、タイミングを調整した複数の信号データを出力するパイロード処理部と、上記パイロード処理部が入力する複数の信号データを入力し、入力した複数の信号データの誤りを訂正する複数の誤り訂正符号を生成する第1の誤り訂正符号生成部と、上記第1の誤り訂正符号生成部が生成した複数の誤り訂正符号を時分割多重し、時分割多重された誤り訂正符号を出力する時分割多重部と、上記時分割多重部が出力した時分割多重された誤り訂正符号に対してさらに第2の誤り訂正符号を生成し、生成した第2の誤り訂正符号を上記時分割多重された誤り訂正符号へ付加して二重誤り訂正符号を生成する第2の誤り訂正符号生成部と、上記パイロード処理部が出力した複数の信号データと、上記第2の誤り訂正符号生成部が出力した二重誤り訂正符号とを波長多重して波長多重データを生成し、生成した波長多重データを出力する波長多重部とを有する送信部と、上記送信部の波長多重部が出力した波長多重データを入力し、入力した波長多重データを分離して上記複数の信号データと、上記二重誤り訂正符号とを取得する波長分離部と、上記波長分離部が分離した二重誤り訂正符号から第2の誤り訂正符号を抽出し、上記第2の誤り訂正符号を用いて、時分割多重された誤り訂正符号の誤りを訂正する第2の誤り訂正部と、上記第2の誤り訂正部が訂正した時分割多重された誤り訂正符号を、時分割分離して複数の誤り訂正符号を生成する時分割分離部と、

上記時分割分離部が生成した複数の誤り訂正符号を用いて、上記波長分離部から出力された上記複数の信号データについて、誤りを訂正する第1の誤り訂正部とを有する受信部とを備えることを特徴とする波長多重光伝送装置。

【請求項6】 信号データを入力し、入力した信号データの誤りを訂正する誤り訂正符号を生成し、生成した誤り訂正符号を複製して異なる複数の波長へ波長多重して波長多重データを生成し、生成した波長多重データを送信することを特徴とする送信装置。

【請求項7】 信号データと複数の誤り訂正信号とを波長多重した波長多重データを受信し、受信した波長多重データから信号データと複数の誤り訂正信号とを取得し、取得した複数の誤り訂正信号の中から障害が発生していない誤り訂正信号を選択し、選択した誤り訂正信号を用いて、上記信号データの誤りを訂正することを特徴とする受信装置。

【請求項8】 送信部から受信部へ波長多重データを伝送する波長多重光伝送方法において、上記送信部は、信号データを入力し、入力した信号データの誤りを訂正する誤り訂正符号を生成し、生成した誤り訂正符号を複数の誤り訂正信号へ複製し、上記信号データと上記複数の誤り訂正信号とを波長多重して波長多重データを生成し、生成した波長多重データを送信し、上記受信部は、上記送信部から波長多重データを受信し、受信した波長多重データから信号データと複数の誤り訂正信号とを取得し、取得した複数の誤り訂正信号の中から障害が発生していない誤り訂正信号を選択し、選択した誤り訂正信号を用いて、上記信号データの誤りを訂正することを特徴とする波長多重光伝送方法。

【請求項9】 信号データを入力し、入力した信号データの誤りを訂正する誤り訂正符号を生成し、生成した誤り訂正符号を複製して異なる複数の波長へ波長多重して波長多重データを生成し、生成した波長多重データを送信することを特徴とする波長多重光伝送方法。

【請求項10】 信号データと複数の誤り訂正信号とを波長多重した波長多重データを受信し、受信した波長多重データから信号データと複数の誤り訂正信号とを取得し、取得した複数の誤り訂正信号の中から障害が発生していない誤り訂正信号を選択し、選択した誤り訂正信号を用いて、上記信号データの誤りを訂正することを特徴とする波長多重光伝送方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、誤り訂正機能を持つ波長多重光伝送装置及び方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年のインターネット需要の急増によりますます増大する傾向にある通信量に対応するため、高速・大容量化に向けての技術開発が進んでいる。大容量化に向けては、波長多重(WDM: Wavelength Division Multiplexing)光伝送システムの技術開発が挙げられ、国際間通信等を担う海底ケーブルシステムでもWDM技術が用いられている。海底ケーブルシステムではまた、長距離伝送を行うため波長分散等により伝送品質が劣化し、ビット誤りが起きやすい状況にある。そのため、海底ケーブルシステムでは高能率誤り訂正符号のFEC(Forward Error Correction)を付加して伝送するのが一般的である。ところが、FECの付加は、伝送速度の上昇を招き、システムの価格上昇につながる。そのため、FECを別波長に多重化して伝送することにより、FEC付加による速度増加を抑える方法が検討されている。

【0003】図7は、例えば、特開平11-32008号公報に示された従来の装置を示す図であり、図において、1は送信部であり、2は受信部である。送信部1は、入力された信号の送信処理を行う信号送信回路10と、入力された信号から冗長ビットを生成する冗長ビット生成回路20と、冗長ビット生成回路20で生成された冗長ビットの送信処理を行う冗長ビット送信回路30と、信号送信回路10から出力された送信主信号データと冗長ビット送信回路30から出力された送信冗長ビットの波長多重を行う光多重回路40で構成される。受信部2は、送信部1から出力された信号の波長分離を行い受信主信号データと受信冗長ビットに分離する光分離回路50と、光分離回路50から出力された受信主信号データの受信処理を行う信号受信回路60と、光分離回路50から出力された受信冗長ビットの受信処理を行う冗長ビット受信回路70と、信号受信回路60から出力された受信主信号データの誤り訂正を行う冗長ビット処理回路80で構成される。

【0004】次に、動作について説明する。信号送信回路10は、入力されたデジタル信号(主信号データ)を光信号に変換する。冗長ビット生成回路20は、信号送信回路10に入力されたデジタル信号の誤り訂正符号化による冗長ビットを生成する。冗長ビット送信回路30は、冗長ビット生成回路20で生成した冗長ビットを信号送信回路10で変換した光とは別の波長の光信号に変換する。光多重回路40は、信号送信回路10から出力された光信号と冗長ビット送信回路30から出力された光信号を波長多重して送信する。光分離回路50は、光多重回路40から波長多重伝送された光信号を信

号送信回路10から出力された光信号と冗長ビット送信回路30から出力された光信号に分離する。信号受信回路60は、信号送信回路10から出力された光信号をデジタル信号に変換する。冗長ビット受信回路70は、冗長ビット送信回路30から出力された光信号を冗長ビットに変換する。冗長ビット処理回路80は、冗長ビット受信回路70から出力された冗長ビットを用いて信号受信回路60から出力されたデジタル信号の誤り訂正を行う。

【0005】ここで、冗長ビットとしては、前述したFEC等が考えられる。図7では、主信号データは1波長であったが、WDM技術を用い多波長への展開も可能である。図8は、従来のFECを用いた波長多重伝送のデータフォーマットの概略を表した図である。11は第1の主信号データであるペイロード1に対応し、波長 $\lambda_1$ で伝送される。12は第2の主信号データであるペイロード2に対応し、波長 $\lambda_2$ で伝送される。13は第nの主信号データであるペイロードnに対応し、波長 $\lambda_n$ で伝送される。11~13にはFECとしてオーバーヘッド(OH1~OHn)とチェックコード(FEC1~FECn)が付加される。図9は、図8のFECを別波長に多重化して伝送した場合のデータフォーマットの概略を表した図である。

【0006】図9の11~13は図8のFECを付加しない主信号データそのものである。14はFECデータに対応し11~13のFEC(オーバーヘッド(OH1~OHn)、チェックコード(FEC1~FECn))を多重し、波長 $\lambda_m$ で伝送される。FECは、例えば、ITU-T G. 975に準拠したRS(255, 239)を用いた場合ではペイロードの約7%の大きさであるので、14波長分の多重化ができる。14波長を越える波長を扱う場合は、さらにFECデータ用の波長を増やせばよい。さらに、誤り訂正能力を向上させるためFECの大きさを増やすこともある。例えば、15%の場合は、6波長分多重化できる。割り切れない分が生じた場合(上記例では、 $100\% - 15\% \times 6 = 10\%$ )は、空き領域によりペイロードと速度を合わせればよい。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】従来の波長多重光伝送装置は、以上のように構成されているので、誤り訂正符号付加による速度上昇を伴わないというメリットがあるものの、誤り訂正符号用の波長に偏った障害、例えば、誤り訂正符号用の波長の光信号断や誤り訂正符号用の波長のみにビットエラーが多発する等の障害の場合には全ての波長の主信号データの誤り訂正ができない事態が生じ、特に、長距離伝送を行う海底ケーブルシステムでは、主信号データのビットエラーは必ず起こると言っているものであり、つまりは、主信号データ伝送ができないに等しいという問題点があった。

【0008】この発明は、上記のような問題点を解消するためになされたもので、速度上昇を伴わず主信号データとその誤り訂正符号を伝送することができるとともに、誤り訂正符号の波長に障害があった場合にも、誤り訂正を行うことができる波長多重光伝送装置を得ることを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】この発明に係る波長多重光伝送装置は、信号データを入力し、入力した信号データの誤りを訂正する誤り訂正符号を生成し、生成した誤り訂正符号を複数の誤り訂正信号へ複製し、上記信号データと上記複数の誤り訂正信号とを波長多重して波長多重データを生成し、生成した波長多重データを送信する送信部と、上記送信部から波長多重データを受信し、受信した波長多重データから信号データと複数の誤り訂正信号とを取得し、取得した複数の誤り訂正信号の中から障害が発生していない誤り訂正信号を選択し、選択した誤り訂正信号を用いて、上記信号データの誤りを訂正する受信部とを備えることを特徴とする。

【0010】上記送信部は、複数の信号データを入力し、上記複数の信号データについて、タイミングを調整し、タイミングを調整した複数の信号データを出力するペイロード処理部と、上記ペイロード処理部が入力する複数の信号データを入力し、入力した複数の信号データについて、誤りを訂正する複数の誤り訂正符号を生成する訂正符号生成部と、上記訂正符号生成部で生成した複数の誤り訂正符号を時分割多重し、時分割多重された誤り訂正符号を出力する時分割多重部と、上記時分割多重部が出力した時分割多重された誤り訂正符号を複数の時分割多重された誤り訂正符号へ複製する複製部と、上記ペイロード処理部が出力した複数の信号データと上記複製部が複製した複数の時分割多重された誤り訂正符号とを入力し、上記複数の信号データと上記複数の時分割多重された誤り訂正符号とを波長多重して波長多重データを生成し、生成した波長多重データを出力する波長多重部とを備え、上記受信部は、上記送信部の波長多重部が出力した上記波長多重データを入力し、入力した波長多重データを分離して上記複数の信号データと上記複数の時分割多重された誤り訂正符号とを取得する波長分離部と、上記波長分離部が取得した上記複数の時分割多重された誤り訂正符号を入力し、入力した上記複数の時分割多重された誤り訂正符号について、波長の障害を検出し、検出した障害に基づいて、上記複数の時分割多重された誤り訂正符号から障害が発生していない波長を選択して選択信号を出力する障害検出部と、上記波長分離部が取得した上記複数の時分割多重された誤り訂正符号と、上記障害検出部が出力した選択信号とを入力し、入力した選択信号に基づいて、入力した上記複数の時分割多重された誤り訂正符号から一つの時分割多重された誤り訂正符号を選択して出力する切替部と、上記切替部が

出力した時分割多重された誤り訂正符号を分離する時分割分離部と、上記時分割分離部が分離した複数の誤り訂正符号を用いて、上記波長分離部から出力された上記複数の信号データについて、誤りを訂正する誤り訂正部とを備えることを特徴とする。

【0011】上記送信部は、複数の信号データを入力し、上記複数の信号データそれぞれについて、タイミングを調整し、タイミングを調整した複数の信号データを出力するペイロード処理部と、上記ペイロード処理部が入力する複数の信号データを入力し、入力した複数の信号データについて、誤りを訂正する複数の誤り訂正符号を生成する訂正符号生成部と、上記訂正符号生成部で生成した複数の誤り訂正符号を時分割多重し、時分割多重された誤り訂正符号を出力する時分割多重部と、上記時分割多重部から時分割多重された誤り訂正符号を入力し、外部から障害検出信号の入力を受けつけ、障害検出信号が入力された場合に、上記障害検出信号から障害情報を抽出し、上記時分割多重された誤り訂正符号へ抽出した障害情報を挿入して出力する障害情報挿入部と、上記障害情報挿入部へ障害検出信号が入力されない場合は、上記ペイロード処理部から出力された複数の信号データのうちの、一つの信号データを選択データとして選択し、上記障害情報挿入部へ障害検出信号が入力された場合は、上記障害情報挿入部から出力された時分割多重された誤り訂正符号を選択データとして選択する切替部と、上記ペイロード処理部が出力した複数の信号データと、上記障害情報挿入部が出力した時分割多重された誤り訂正符号と、上記切替部から出力された選択データとを波長多重して波長多重データを生成し、生成した波長多重データを出力する波長多重部とを備え、上記受信部は、上記送信部の波長多重部が出力した波長多重データを入力し、入力した波長多重データを分離して上記複数の信号データと、上記時分割多重された誤り訂正符号と、上記選択データとを取得する波長分離部と、上記波長分離部が取得した上記時分割多重された誤り訂正符号から障害を検出する障害検出部と、上記時分割多重された誤り訂正符号と上記選択データとを入力し、上記障害検出部が障害を検出しない場合、入力した上記時分割多重された誤り訂正符号を選択し、上記障害検出部が障害を検出した場合、入力した上記選択データとして伝送された時分割多重された誤り訂正符号を選択する切替部と、上記切替部が選択した時分割多重された誤り訂正符号を入力し、入力した時分割多重された誤り訂正符号を分離して複数の誤り訂正符号を生成する時分割分離部と、上記時分割分離部が生成した複数の誤り訂正符号を用いて、上記波長分離部から出力された上記複数の信号データについて、誤りを訂正する誤り訂正部とを備えることを特徴とする。

【0012】また、波長多重光伝送装置は、上記送信部と上記受信部とを備え、上記波長多重データを送信する

送信側伝送装置と、上記送信部と上記受信部とを備え、上記波長多重データを受信する受信側伝送装置とを備え、受信側伝送装置の受信部は、さらに、上記波長分離部が取得した上記時分割多重された誤り訂正符号を入力し、入力した上記時分割多重された誤り訂正符号から障害情報を抽出し、抽出した障害情報を上記切替部と受信側伝送装置の送信部の障害情報挿入部とへ出力する障害情報検出部を備え、上記切替部は、上記障害情報検出部が出力した障害情報に基づいて、時分割多重された誤り訂正符号を選択し、上記障害情報挿入部は、上記障害情報検出部から障害情報を入力することを特徴とする。

【0013】この発明に係る波長多重光伝送装置は、複数の信号データを入力し、上記複数の信号データそれぞれについて、タイミングを調整し、タイミングを調整した複数の信号データを出力するペイロード処理部と、上記ペイロード処理部が入力する複数の信号データを入力し、入力した複数の信号データの誤りを訂正する複数の誤り訂正符号を生成する第1の誤り訂正符号生成部と、上記第1の誤り訂正符号生成部が生成した複数の誤り訂正符号を時分割多重し、時分割多重された誤り訂正符号を出力する時分割多重部と、上記時分割多重部が出力した時分割多重された誤り訂正符号に対してさらに第2の誤り訂正符号を生成し、生成した第2の誤り訂正符号を上記時分割多重された誤り訂正符号へ付加して二重誤り訂正符号を生成する第2の誤り訂正符号生成部と、上記ペイロード処理部が出力した複数の信号データと、上記第2の誤り訂正符号生成部が出力した二重誤り訂正符号とを波長多重して波長多重データを生成し、生成した波長多重データを出力する波長多重部とを有する送信部と、上記送信部の波長多重部が出力した波長多重データを入力し、入力した波長多重データを分離して上記複数の信号データと、上記二重誤り訂正符号とを取得する波長分離部と、上記波長分離部が分離した二重誤り訂正符号から第2の誤り訂正符号を抽出し、上記第2の誤り訂正符号を用いて、時分割多重された誤り訂正符号の誤りを訂正する第2の誤り訂正部と、上記第2の誤り訂正部が訂正した時分割多重された誤り訂正符号を、時分割分離して複数の誤り訂正符号を生成する時分割分離部と、上記時分割分離部が生成した複数の誤り訂正符号を用いて、上記波長分離部から出力された上記複数の信号データについて、誤りを訂正する第1の誤り訂正部とを有する受信部とを備えることを特徴とする。

【0014】この発明に係る送信装置は、信号データを入力し、入力した信号データの誤りを訂正する誤り訂正符号を生成し、生成した誤り訂正符号を複製して異なる複数の波長へ波長多重して波長多重データを生成し、生成した波長多重データを送信することを特徴とする。

【0015】この発明に係る受信装置は、信号データと複数の誤り訂正信号とを波長多重した波長多重データを受信し、受信した波長多重データから信号データと複数

の誤り訂正信号とを取得し、取得した複数の誤り訂正信号の中から障害が発生していない誤り訂正信号を選択し、選択した誤り訂正信号を用いて、上記信号データの誤りを訂正することを特徴とする。

【0016】この発明に係る波長多重光伝送方法は、送信部から受信部へ波長多重データを伝送する波長多重光伝送方法において、上記送信部は、信号データを入力し、入力した信号データの誤りを訂正する誤り訂正符号を生成し、生成した誤り訂正符号を複数の誤り訂正信号へ複製し、上記信号データと上記複数の誤り訂正信号とを波長多重して波長多重データを生成し、生成した波長多重データを送信し、上記受信部は、上記送信部から波長多重データを受信し、受信した波長多重データから信号データと複数の誤り訂正信号とを取得し、取得した複数の誤り訂正信号の中から障害が発生していない誤り訂正信号を選択し、選択した誤り訂正信号を用いて、上記信号データの誤りを訂正することを特徴とする。

【0017】この発明に係る波長多重光伝送方法は、信号データを入力し、入力した信号データの誤りを訂正する誤り訂正符号を生成し、生成した誤り訂正符号を複製して異なる複数の波長へ波長多重して波長多重データを生成し、生成した波長多重データを送信することを特徴とする。

【0018】この発明に係る波長多重光伝送方法は、信号データと複数の誤り訂正信号とを波長多重した波長多重データを受信し、受信した波長多重データから信号データと複数の誤り訂正信号とを取得し、取得した複数の誤り訂正信号の中から障害が発生していない誤り訂正信号を選択し、選択した誤り訂正信号を用いて、上記信号データの誤りを訂正することを特徴とする。

【0019】

【発明の実施の形態】実施の形態1. 以下、この発明の実施の形態1を図について説明する。図1は、本発明の第1の実施の形態における波長多重光伝送装置のブロック図である。図1において、1は波長多重光伝送装置の送信部であり、光ファイバ100を介して波長多重光伝送装置の受信部2と接続される。

【0020】送信部1は、図1に示すように、以下の構成要素を含む。ペイロード処理部11～13は、入力された主信号データそれぞれについてタイミング調整等の処理を行う。FEC生成部21～23は、前記入力された主信号データそれぞれについて誤り訂正符号を生成する。MUX部31は、FEC生成部21～23で生成された誤り訂正符号を時分割多重する。

【0021】複製部は、MUX部31から出力された時分割多重された誤り訂正信号を複数の誤り訂正信号へ複製し、波長多重部41へ出力する。複製部は、図1において、点線で示した部分が該当する。複製する誤り訂正信号の数は、コスト面等を考慮すると2系統に複製する場合が好ましいが、2系統に限られることはない。波長

多重部41は、ペイロード処理部11～13から出力されたそれぞれの主信号データとMUX部31から出力された時分割多重された誤り訂正符号を波長多重し出力する。波長多重した主信号データと時分割多重された誤り訂正符号とを波長多重データともいう。また、送信部1は、MUX部31から出力された時分割多重された誤り訂正符号を2系統にコピーして波長多重部41に入力する。

【0022】受信部2は、図1に示すように、以下の構成要素を含む。波長分離部51は、送信部1より入力された波長多重データを波長毎に分離する。障害検出部61は、波長分離部51で分離されたデータのうち、前記2系統の時分割多重された誤り訂正符号の波長の障害検出を行う。切替部71は、障害検出部61で障害を検出した場合に前記2系統の時分割多重された誤り訂正符号のうち、障害が起きていない方の波長を選択する。DMUX部72は、切替部71で選択された時分割多重された誤り訂正符号を前記それぞれの主信号データに対応する誤り訂正符号に分離する。誤り訂正部81～83は、DMUX部72より出力されたそれぞれの主信号データに対応する誤り訂正符号により前記波長分離部から出力された前記それぞれの主信号データの誤り訂正を行う。

【0023】なお、「FEC生成部」は、「訂正符号生成部」ともいう。また、「MUX部」は「時分割多重部」、「切替部」は「スイッチ部」、「DMUX部」は「時分割分離部」ともいう。また、「誤り訂正符号」は、「FECデータ」ともいう。

【0024】この波長多重光伝送装置は、複数の信号データを、複数の波長を用いて多重化して伝送することを前提としている。従って、図1に示す送信部1では、ペイロード回路は、複数ある場合を示しているが、一つのみのペイロード回路を備える送信部を排除するものではない。同様に、受信部2では、複数の誤り訂正部を備える場合を示しているが、一つのみの誤り訂正部を備える受信部を排除するものではない。この波長多重光伝送装置は、誤り訂正符号を複数の波長を用いて、複製して伝送する点に特徴がある。

【0025】送信部1には、波長多重用の主信号データS1, S2, ..., Snが入力され、それぞれS1はペイロード処理部11に、S2はペイロード処理部12に、Snはペイロード処理部13に入力され、それぞれのペイロード処理部ではタイミング調整等の処理が行われる。主信号データS1, S2, ..., Snはまた、それぞれS1はFEC生成部21に、S2はFEC生成部22に、SnはFEC生成部23に入力され、FEC生成部21ではS1のFEC生成を、FEC生成部22ではS2のFEC生成を、FEC生成部23ではSnのFEC生成を行い、MUX部31に出力する。MUX部31では、それぞれのFEC生成部から入力したFECの時分割多重を行い、波長多重用のデータの一つとして

波長多重部41に出力する。

【0026】ここで、MUX部31は、波長多重部41へはFECデータをコピーして出力する。図1の90で示した複製部においてコピーする動作を実施している。波長多重部41は、それぞれのペイロード処理部から入力した主信号データ及びMUX部31から入力した2系統のFECデータに、それぞれ異なる波長を割り当て波長多重を行い、光ファイバ100に送出する。光ファイバ100の使用形態としては、海底ケーブルシステム等の長距離伝送が想定される。長距離伝送では、通常、中継器等で光信号が増幅されながら伝送される。

【0027】光ファイバ100を通して伝送された波長多重データは、対向する波長多重光伝送装置の受信部2に入力され、まず、波長分離部51で波長多重データを波長毎に分離する。分離されたデータのうち、2系統のFECデータは障害検出部61及び切替部71に入力される。障害検出部61では、FECデータ伝送用の波長の障害を検出する。障害としては、光入力断やFECデータ内のFECオーバーヘッド検出はずれ等が発生した場合に障害と判断し、2系統のFECデータのうち、障害が起きていない方の波長を選択するための選択信号（切替信号）を切替部71に出力する。

【0028】切替部71は、この選択信号（切替信号）に従い、障害が起きていない方の波長を選択し、DMUX部72に出力する。DMUX部72では時分割多重されたFECデータをそれぞれの主信号データに対応するFECに分離し、それぞれの主信号データに対応する誤り訂正部に出力する。波長分離部51から出力された主信号データS1, S2, ..., Snは、それぞれS1は誤り訂正部81に、S2は誤り訂正部82に、Snは誤り訂正部83に入力され、DMUX部72から出力されたFECを用い、誤り訂正部81ではS1の誤り訂正を、誤り訂正部82ではS2の誤り訂正部を、誤り訂正部83ではSnの誤り訂正を行い、受信部から出力する。

【0029】図2は、図1における送信部－受信部間のデータフォーマットの概略を表した図である。11は主信号データS1に対応するペイロード1に対応し、波長λ1で送信部－受信部間を流れる。12は主信号データS2に対応するペイロード2に対応し、波長λ2で送信部－受信部間を流れる。13は主信号データSnに対応するペイロードnに対応し、波長λnで送信部－受信部間を流れる。14は2系統のFECデータのの一つに対応し、波長λmで送信部－受信部間を流れる。15は2系統のFECデータのもう一つに対応し、波長λxで送信部－受信部間を流れる。14と15は同一のデータである。

【0030】このように、本発明の実施の形態1では、障害検出部61によりFECデータ伝送用の波長の光入力断やFECデータ内のFECオーバーヘッド検出はずれ

等の障害を検出し、障害が発生した場合、切替部71により2系統のFECデータのうち、障害が起きていない方の波長を選択するように構成したため、誤り訂正ができない事態を回避することができる。

【0031】実施の形態2. 以下、この発明の実施の形態2を図について説明する。図3は、本発明の第2の実施の形態における波長多重光伝送装置のブロック図である。図3において、送信部1、受信部2、光ファイバ100、ペイロード処理部11、ペイロード処理部12、ペイロード処理部13、FEC生成部21、FEC生成部22、FEC生成部23、MUX部31、波長多重部41、波長分離部51、障害検出部61、切替部71、DMUX部72、誤り訂正部81、誤り訂正部82及び誤り訂正部83は、図1と同様の構成である。

【0032】また、この実施の形態では、次のことを前提とする。自装置立ち上げ時や対向装置との接続時は、通常は安定するまで障害情報を無効にする等の処理がされ、受信部から予め(障害がない) 障害情報を入手できると考えられる。受信部からの障害情報とは、受信部で受信したFECデータの空き領域に格納された障害情報であり、送信部の切替用にのみ使用する。一方、送信部での障害情報挿入は、自装置の受信側で障害(FECデータ断やビットエラー等)を検出した場合に、対向装置に障害を通知するために送信部で障害情報を挿入する。

【0033】障害検出部61で障害を検出すると、予め割り当てられた波長に対応する主信号データを選択するための選択信号を切替部71に出力し、切替部71は、この切替信号に従い、予め割り当てられた波長に対応する主信号データを選択し、DMUX部72に出力する。また、この選択信号は、対向装置に障害情報を通知するための信号として自装置の送信部にも出力する。自装置の送信部と対向装置の送信部1は、同様の構成である。

【0034】この実施の形態2では、障害とは、14番の波長に障害が起きた場合を前提とする。従って、14番の波長は、使えない状態となっていることを前提としている。この実施の形態では、一例として、14番の波長に障害が起きたときだけ、代わりに13番の主信号データの伝送を止めて13番の波長でFECデータを送る場合を説明する。受信部で障害が検出された場合、自装置の送信部から対向装置に障害情報が伝送される。対向装置の受信部で障害情報を検出すると、対向装置の送信部で13番の波長は、FECデータが伝送される。障害が発生した場合、受信部では、誤り訂正のためのFECデータは、13番の波長のものが使用される。

【0035】以下、自装置の送信部の動作を対向装置の送信部1に置き換えて説明する。障害情報挿入部32は、障害検出部61から入力した選択信号が障害検出時の値であった場合に、MUX部31から出力されたFECデータの中の空き領域に障害情報として決められた値を挿入し、波長多重部41に出力する。波長多重部41

から出力されたデータのうち、FECデータ用の波長には上記障害情報を含んだ形で対向装置の受信部に伝送される。対向装置の受信部と自装置の受信部2は、同様の構成である。

【0036】以下、対向装置の受信部の動作を自装置の受信部2に置き換えて説明する。波長分離部51から分離出力されたデータのうち、FECデータは障害検出部61、切替部71のほか、障害情報検出部62に入力される。障害情報検出部62では、FECデータの中の空き領域に挿入された障害情報を検出し、障害情報を検出した場合、送信部1に障害情報を出力する。送信部1では、受信部より入力された障害情報は切替部33に入力され、切替部33は障害情報が入力されるとペイロード処理部13より出力された主信号データを非選択とし、障害情報挿入部32より出力されたFECデータを選択する。波長多重部41から出力されたデータのうち、ペイロード処理部13に対応する波長にはFECデータが光ファイバ100を介して受信部2に伝送される。

【0037】切替部71では、既に切替信号に従い、ペイロード用の波長を選択しているため、DMUX部72にはペイロード処理部13に対応する波長で伝送されてきたFECデータが出力される。誤り訂正部81~83では、このFECデータにより誤り訂正が行われる。ただし、障害検出時に誤り訂正部83に入力されるのはFECデータであるので、障害検出時は主信号データSnは導通されない。

【0038】図4は、図3における送信部-受信部間のデータフォーマットの概略を表した図である。11は主信号データS1に対応するペイロード1に対応し、波長λ1で送信部-受信部間を流れる。12は主信号データS2に対応するペイロード2に対応し、波長λ2で送信部-受信部間を流れる。13は主信号データSnに対応するペイロードnに対応し、波長λnで送信部-受信部間を流れる。14はFECデータに対応し、波長λmで送信部-受信部間を流れる。FECデータの空き領域には障害情報が挿入されて伝送される。受信部にて障害情報が検出された場合、13は主信号データSnから14と同一のFECデータに切り替えて、送信部-受信部間を流す。

【0039】このように、本発明の実施の形態2では、障害検出部61によりFECデータ伝送用の波長の光入力断やFECデータ内のFECオーバーヘッド検出はずれ等の障害を検出し、障害が発生した場合、障害情報を自装置の障害情報挿入部32で挿入し対向装置に伝送し、該対向装置の障害情報検出部62で障害情報を検出し、切替部33で主信号データSnからFECデータに切り替えて対向装置に伝送し、該対向装置の切替部71によりFECデータを選択するように構成したため、誤り訂正ができない事態を回避することができる。

【0040】以上のように、この実施の形態の波長多重

光伝送装置は、入力された主信号データそれぞれについてタイミング調整等の処理を行うペイロード処理部と、前記入力された主信号データそれぞれについて誤り訂正符号を生成するFEC生成部と、前記FEC生成部で生成された誤り訂正符号を時分割多重するMUX部と、受信部より障害検出信号が入力されると前記MUX部から出力された時分割多重された誤り訂正符号に障害情報を挿入する障害情報挿入部と、受信部より障害情報が入力されないときは前記ペイロード処理部から出力されたそれぞれの主信号データのうちの予め割り当てられた波長に対応する主信号データを選択し、受信部より障害情報が入力されたときは前記障害情報挿入部から出力された障害情報挿入後の時分割多重された誤り訂正符号を選択する切替部と、前記ペイロード処理部から出力されたそれぞれの主信号データと前記障害情報挿入部から出力された時分割多重された誤り訂正符号と前記切替部から出力された主信号データあるいは時分割多重された誤り訂正符号を波長多重し出力する波長多重部とを有する送信部と、前記送信部より入力された波長多重データを波長毎に分離する波長分離部と、前記波長分離部で分離されたデータのうち、前記時分割多重された誤り訂正符号の波長の障害検出を行う障害検出部と、前記障害情報挿入部から出力された障害情報挿入後の時分割多重された誤り訂正符号から障害情報を検出する障害情報検出部と、前記障害検出部で障害を検出した場合に前記ペイロード処理部から出力されたそれぞれの主信号データのうちの予め割り当てられた波長に対応する主信号データを非選択とし、前記送信部の切替部で選択された時分割多重された誤り訂正符号を選択する切替部と、前記切替部で選択された時分割多重された誤り訂正符号を前記それぞれの主信号データに対応する誤り訂正符号に分離するDMUX部と、前記DMUX部より出力されたそれぞれの主信号データに対応する誤り訂正符号により前記波長分離部から出力された前記それぞれの主信号データの誤り訂正を行う誤り訂正部とを有する受信部を備えたことを特徴とする。

【0041】実施の形態3. 以下、この発明の実施の形態3を図について説明する。図5は、本発明の第3の実施の形態における波長多重光伝送装置のブロック図である。図5において、送信部1、受信部2、光ファイバ100、ペイロード処理部11、ペイロード処理部12、ペイロード処理部13、FEC生成部21、FEC生成部22、FEC生成部23、MUX部31、波長多重部41、波長分離部51、DMUX部72、誤り訂正部81、誤り訂正部82及び誤り訂正部83は、図1と同様の構成である。

【0042】MUX部31から出力されたFECデータに対して、さらにFEC生成部34でFECを生成付加し、波長多重部41に出力する。波長多重部41から出力されたデータのうち、FECデータ用の波長には上記

生成したFECを含んだ形で対向装置の受信部に伝送される。波長分離部51から分離出力されたデータのうち、FECデータは誤り訂正部63に出力される。誤り訂正部63では、FEC生成部34で生成付加したFECを用い、MUX部31から出力されたFECデータの誤り訂正を行い、DMUX部72に出力する。

【0043】図6は、図5における送信部－受信部間のデータフォーマットの概略を表した図である。11は主信号データS1に対応するペイロード1に対応し、波長 $\lambda 1$ で送信部－受信部間を流れる。12は主信号データS2に対応するペイロード2に対応し、波長 $\lambda 2$ で送信部－受信部間を流れる。13は主信号データS $n$ に対応するペイロード $n$ に対応し、波長 $\lambda n$ で送信部－受信部間を流れる。14はFECデータに対応し、波長 $\lambda m$ で送信部－受信部間を流れる。14はS1～S $n$ に対するFECデータに対して、さらにFECを生成付加されて伝送される。

【0044】このように、本発明の実施の形態3では、MUX部31から出力されたFECデータに対して、さらにFEC生成部34でFECを生成付加し、誤り訂正部63でMUX部31から出力されたFECデータの誤り訂正を行うように構成したため、FECデータ用の波長のビット誤り率が高い場合でも、主信号データの誤り訂正ができない事態を回避することができる。本発明の実施の形態3では、本発明の実施の形態1及び2のような光断等の重大な障害時の回避はできないが、ビットエラー障害に対しては回避できる。

【0045】以上のように、この実施の形態の波長多重光伝送装置は、入力された主信号データそれぞれについてタイミング調整等の処理を行うペイロード処理部と、前記入力された主信号データそれぞれについて誤り訂正符号を生成するFEC生成部と、前記FEC生成部で生成された誤り訂正符号を時分割多重するMUX部と、前記MUX部から出力された時分割多重された誤り訂正符号に対してさらに誤り訂正符号を生成するFEC生成部と、前記ペイロード処理部から出力されたそれぞれの主信号データと前記さらに誤り訂正符号を生成するFEC生成部から出力された時分割多重された誤り訂正符号を波長多重し出力する波長多重部とを有する送信部と、前記送信部より入力された波長多重データを波長毎に分離する波長分離部と、前記波長分離部で分離されたデータのうち、前記さらに誤り訂正符号を生成されたデータの誤り訂正を行う誤り訂正部と、前記誤り訂正部から出力された時分割多重された誤り訂正符号を前記それぞれの主信号データに対応する誤り訂正符号に分離するDMUX部と、前記DMUX部より出力されたそれぞれの主信号データに対応する誤り訂正符号により前記波長分離部から出力された前記それぞれの主信号データの誤り訂正を行う誤り訂正部とを有する受信部を備えたことを特徴とする。

【0046】実施の形態4. 上記実施の形態1では、時分割多重された誤り訂正符号を二系統生成する場合を説明したが、二系統に限られることなく、複数の時分割多重された誤り訂正符号を生成する場合であってもよい。この場合、複数の時分割多重された誤り訂正符号と切替部との対応、及び波長多重部、波長分離部との対応をとる必要がある。しかしながら、時分割多重された誤り訂正符号を二つに複製し、複製された二つの時分割多重された誤り訂正符号を用いる場合が、コスト等の面で望ましい。

【0047】また、時分割多重された誤り訂正符号を複製して伝送する手順を実施の形態1及び実施の形態2において説明したが、これらの手順に限られるわけではない。上記以外の手順によって複数の時分割多重された誤り訂正符号を伝送する場合であってもよい。

【0048】

【発明の効果】この発明の波長多重光伝送装置及び方法は、誤り訂正符号を複製し、複製した複数の誤り訂正符号を複数の波長へ波長多重して送信することによって信頼性を向上させることができる。

【0049】また、送信された波長多重データから複数の誤り訂正符号を取得し、取得した複数の誤り訂正符号から障害の発生していない誤り訂正符号を選択することによって信頼性を向上することができる。

【0050】また、波長多重光伝送装置及び方法は、誤り訂正符号を転送する複数の波長を用意することによって、誤り訂正ができないことを回避することができる。

【0051】さらに、波長多重光伝送装置及び方法は、一つの波長を、障害発生した場合は、誤り訂正符号を伝送する波長として用い、障害が発生しない場合は、信号データを伝送する波長として用いることによって、障害発生時に複数の誤り訂正符号を伝送することを可能とし、誤り訂正ができないことを回避することができる。

【0052】また、誤り訂正符号を二重化することによって、誤り訂正ができないことを回避することができる。

【0053】波長多重光伝送装置及び方法は、別波長でも誤り訂正符号を伝送したり、一部の主信号データの波

長で誤り訂正符号を伝送したり、誤り訂正符号データにさらに誤り訂正符号を付加したりすることによって、誤り訂正符号を伝送する波長に障害があった場合にも救済することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1による波長多重光伝送装置を示すブロック図である。

【図2】 図1における送信部－受信部間のデータフォーマットの概略を表した図である。

【図3】 この発明の実施の形態2による波長多重光伝送装置を示すブロック図である。

【図4】 図3における送信部－受信部間のデータフォーマットの概略を表した図である。

【図5】 この発明の実施の形態3による波長多重光伝送装置を示すブロック図である。

【図6】 図5における送信部－受信部間のデータフォーマットの概略を表した図である。

【図7】 従来の波長多重光伝送装置を示すブロック図である。

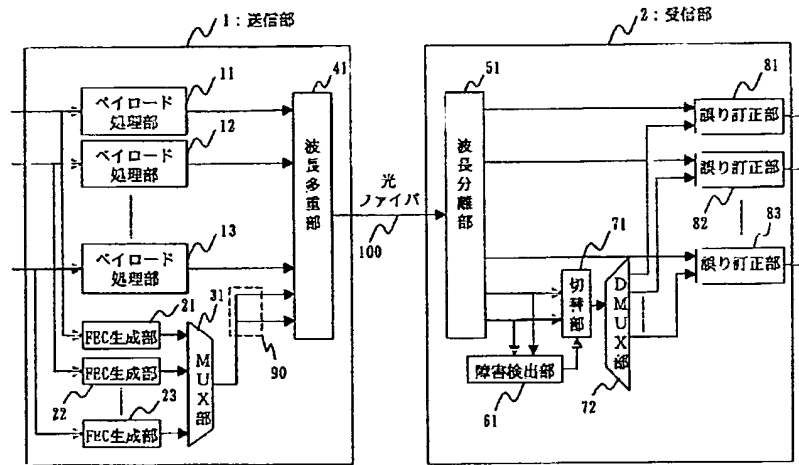
【図8】 図7における送信部－受信部間のデータフォーマットの概略を表した図である。

【図9】 図8のFECを別波長に多重化した場合の送信部－受信部間のデータフォーマットの概略を表した図である。

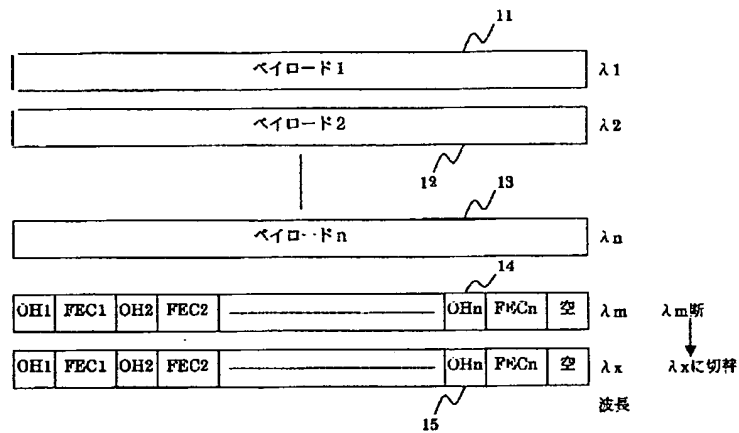
【符号の説明】

1 送信部、2 受信部、10 信号送信回路、11 ペイロード処理部、12 ペイロード処理部、13 ペイロード処理部、20 冗長ビット生成回路、21 FEC生成部、22 FEC生成部、23 FEC生成部、30 冗長ビット送信回路、31 MUX部、32 障害情報挿入部、33 切替部、34 FEC生成部、40 光多重回路、41 波長多重部、50 光分離回路、51 波長分離部、60 信号受信回路、61 障害検出部、62 障害情報検出部、70 冗長ビット受信回路、71 切替部、72 DMUX部、80 冗長ビット処理回路、81 誤り訂正部、82 誤り訂正部、83 誤り訂正部、90 複製部、100 光ファイバ。

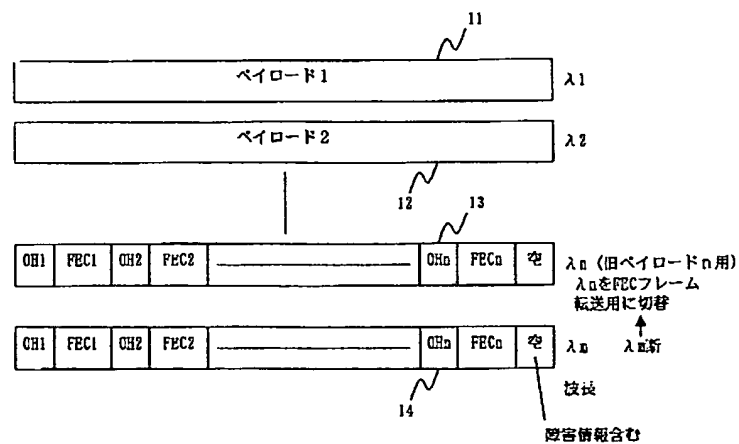
【図1】



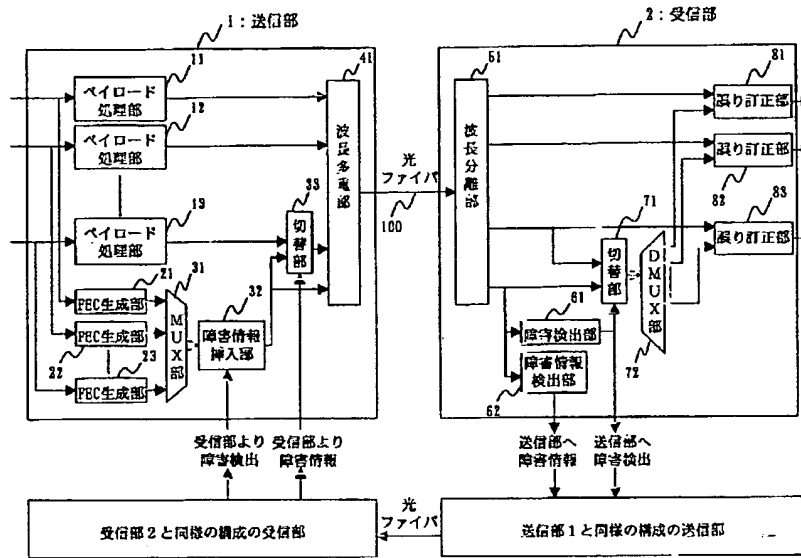
【図2】



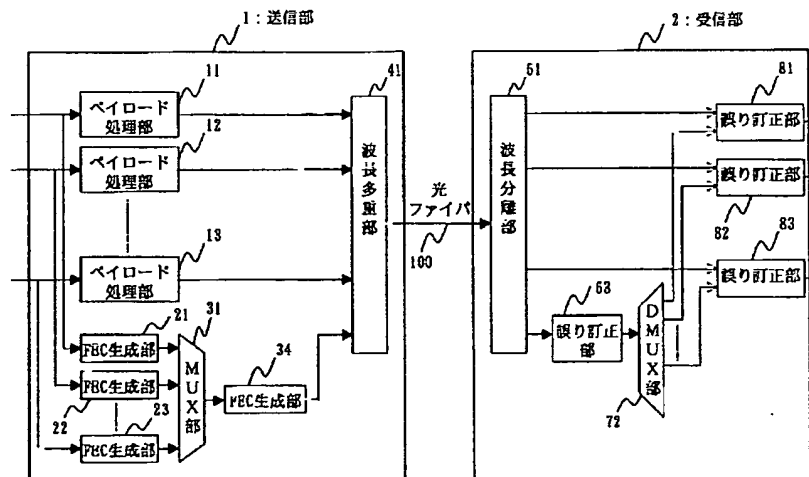
【図4】



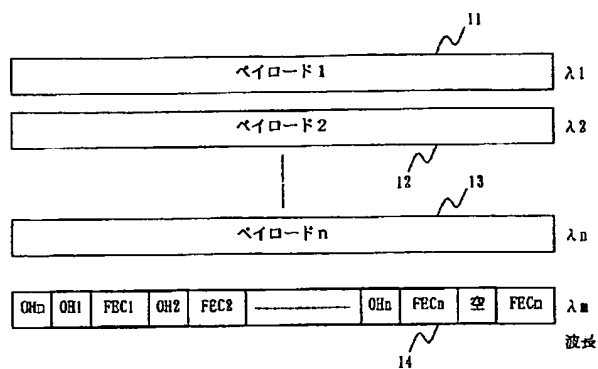
【図3】



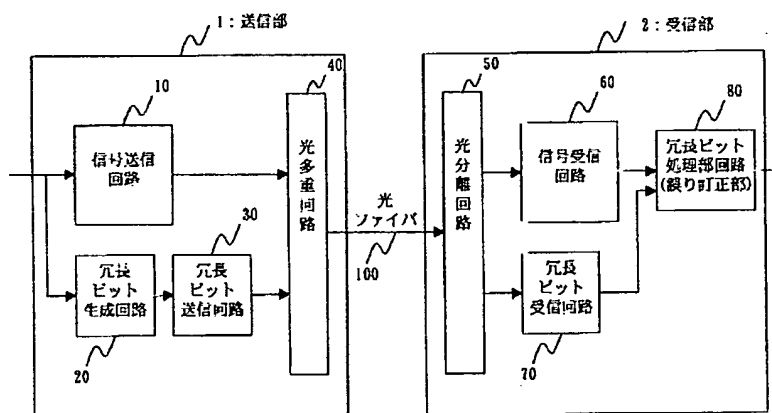
【図5】



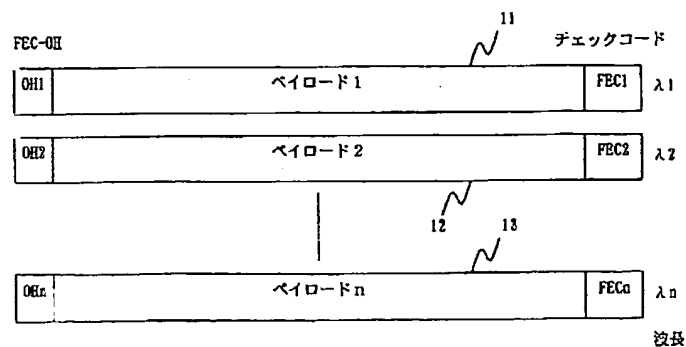
【図6】



【図7】



【図8】



【図9】

